

## РАДИОАКТИВНОСТ У ГЉИВАМА

Гордана Пантелић, Љиљана Јаворина, Ирена Танасковић, Ведрана Вулетић  
Институт за медицину рада и радиолошку заштиту "Др Драгомир Карајовић"

**Садржај** – Анализиране су гљиве пореклом из Србије и гљиве увезене у Србију. Специфична активност  $^{137}\text{Cs}$  кретала се у широком интервалу од  $< 0.45 \text{ Bq/kg}$  (свежи шампињони) до  $323 \text{ Bq/kg}$  (суви смрчак). Специфична активност  $^{137}\text{Cs}$  у гљивама је много већа него у пољопривредним производима. За дугорочну процену доза након акцидента потребно је узети у обзир допринос ефективної дози од ингестије гљива.

### 1. ГЉИВЕ КАО БИОИНДИКАТОРИ

Цезијум је алкални метал, који се у природи налази у малим количинама, у облику стабилног изотопа  $^{133}\text{Cs}$ . Основни извор стабилног цезијума су стене и земљиште. Радиоактивни изотоп  $^{137}\text{Cs}$  је доспео у животну средину путем падавина, после надземних нуклеарних проба шездесетих година прошлог века, као и после несреће у Чернобиљу 1986. године. Висока покретљивост цезијума у биолошким системима је због хемијске сличности са калијумом. Због дугог периода полураспада, који износи 30 година, прати се његова активност у свим узорцима из животне средине.

Истраживања су показала да је активност  $^{137}\text{Cs}$  у шумским биљкама много већа него у пољопривредним производима. Високи нивои активности  $^{137}\text{Cs}$  пронађени су нарочито у гљивама. Цезијум је елемент који се понаша слично калијуму, који је поред фосфора и угљеника један од најзначајнијих елемената за гљиве [1]. Гљиве имају особину да акумулирају тешке метале, као и многе радионуклиде. Оне су одговорне за задржавање тешких метала и радионуклида у органским слојевима шумског земљишта [2]. Брзи раст надземних делова гљива омогућава да се оне искористе као биоиндикатори флукуације концентрације наведених елемената који се могу наћи у том екосистему.

Прелазак  $^{137}\text{Cs}$  из екосистема шума у човека одвија се кроз конзумацију бобичастог воћа, гљива и меса дивљачи. Овде је најзначајнији допринос гљива, јер је познато да дивљач у својој исхрани највише конзумира гљиве [3].

### 2. САКУПЉАЊЕ И МЕРЕЊЕ

Узорци гљива су мерени у оквиру редовног испитивања радиоактивности увозних и извозних узорака, а део је прикупљен кроз редовни мониторинг програм у Републици Србији. У периоду од 1998. године до 2002. године укупно је испитано 148 узорака домаћих и 31 узорак увозних гљива. Увозне гљиве су биле из Републике Српске, Македоније, Италије, Литваније, Немачке, Бугарске, Белорусије, Русије и Пољске.

У табели 1 је приказана расподела по врстама гљива, као и број узорака свежих (или смрзнутих), маринираних и сувих узорака, сакупљених на територији Србије.

Најчешће испитивани узорци су вргањи и лисичарке (слика 1). Највећи број узорака за испитивање добили смо од "Енипекса" из Чачка (96 узорака), "Фунго Југ" из Лесковца (10 узорака), "IV Company" из Београда (8 узорака), "OM Commerce" из Трстеника (7 узорака), "МК Милион" из Ивањице (5 узорака). Узорци гљива су најчешће извожени у Италију, Француску и Немачку.

Испитивање је вршено на два чиста германијумска детектора резолуције 1.95 keV, односно 1.85 keV, релативне ефикасности 25%, на 1.33 MeV фирме ORTEC (релативна грешка припреме узорка и мерења је  $\pm 10\%$ ). Енергетска калибрација, као и калибрација ефикасности детектора обавља се помоћу радиоактивног стандарда Amersham. Време мерења једног узорка је од 3600 s до 10000 s. Основно зрачење је мерено 100000 s.

Табела 1: Број измерених узорака по врстама гљива

врста гљива	свеже	мариниране	суве
вргањ	56	9	15
јајчара	2	-	-
лисичарке	39	5	4
рујница	1	3	-
смрчак	2	-	3
столњаче	1	-	-
црна труба	2	-	3
шампињони	2	1	-



Слика 1: Лисичарка и вргањ

### 3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У табели 2 су приказане минималне, максималне и средње вредности специфичне активности  $^{137}\text{Cs}$  у појединим врстама гљива. Минимална и максимална вредност је приказана са мерном несигурношћу појединачног мерења, а средња вредност са стандардном девијацијом. Резултати показују да је највећа специфична активност у сувим гљивама, а најмања у маринираним. Овај резултат је очекиван јер код сувих гљива је велики

део воде одстрањен, тако да се активност у сувим гљивама концентрише. На сликама 2 и 3 приказани су спектри свеже и суве лисичарке респективно.

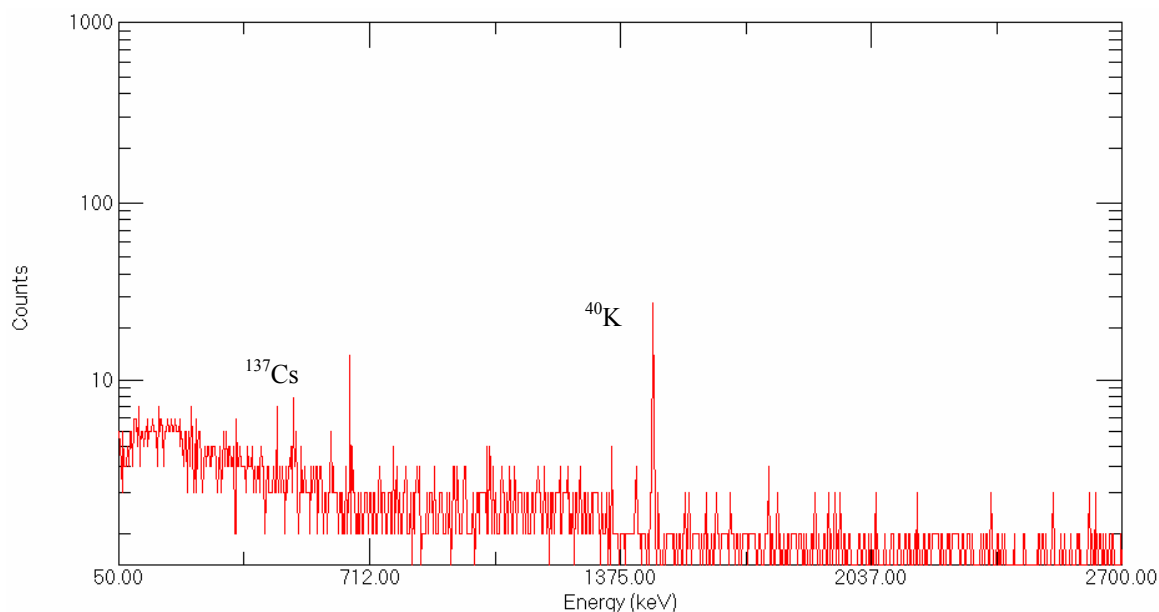
Постоји разлика у активности у различитим врстама гљива. Највећу специфичну активност  $^{137}\text{Cs}$  међу свежим гљивама имају вргањи, а код сувих смрчак. Иако су ове активности далеко веће од  $1 \text{ Bq/kg}$ , колика је просечна активност у домаћим пољопривредним производима [4], сви узоци гљива су добили атест о исправности.

Сви узорци гљива за извоз су добили атест о исправности узорка, јер је специфична активност  $^{137}\text{Cs}$  у овим узорцима била мања од  $600 \text{ Bq/kg}$ , колико је максимално дозвољена концентрација у храни у земљама Европске заједнице.

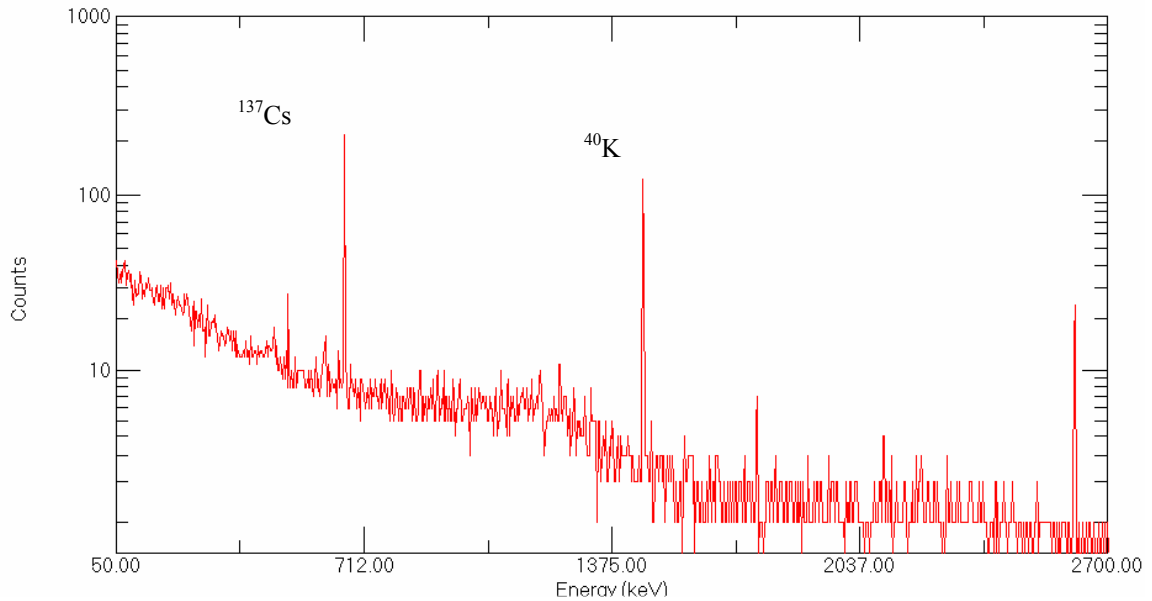
На основу наших законских прописа [5], сви узорци гљива из увоза су добили атест о исправности, јер је активност  $^{137}\text{Cs}$  у овим узорцима била истог реда величине као и активност домаћих гљива.

Табела 2: Специфична активност  $^{137}\text{Cs}$  у појединим врстама гљива

Врста гљива		минимална вредност (Bq/kg)	средња вредност $\pm$ стандар. девијација (Bq/kg)	максимална вредност (Bq/kg)
свеже гљиве	вргањ	$< 0.5$	$14 \pm 19$	$80.8 \pm 3.6$
	јајчара	$< 0.9$	$< 1.2$	$< 1.6$
	лисичарке	$< 0.7$	$7 \pm 10$	$52 \pm 1$
	рујница		$18.6 \pm 1.1$	
	смрчак	$13.9 \pm 2.4$	$15.3 \pm 2.0$	$16.7 \pm 1.6$
	столњаче		$< 3$	
	црна труба	$4.8 \pm 1.6$	$13 \pm 12$	$21.2 \pm 2.7$
мариниране гљиве	шампињони	$< 0.45$	$< 0.49$	$< 0.53$
	вргањ	$< 0.5$	$3.6 \pm 3.6$	$11.2 \pm 0.9$
	лисичарке	$< 1$	$2.7 \pm 2.2$	$6.2 \pm 1.4$
	рујница	$5.1 \pm 0.6$	$12.2 \pm 6.9$	$18.8 \pm 1.3$
суве гљиве	шампињони		$< 0.4$	
	вргањ	$4.8 \pm 1.2$	$67 \pm 49$	$151 \pm 8$
	лисичарке	$9.4 \pm 1.9$	$63 \pm 40$	$102 \pm 6$
	смрчак	$18.1 \pm 5.5$	$170 \pm 150$	$323 \pm 13$
	црна труба	$48 \pm 4$	$127 \pm 81$	$210 \pm 8$



Слика 2: Спектар узорка свеже лисичарке



Слика 3: Спектар узорка суве лисичарке

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Иако је прошло 18 година од акцидента у Чернобиљу, мерења радиоактивности у шумским биљкама, бобичастом воћу, гљивама и дивљачи показала су да је специфична активност  $^{137}\text{Cs}$  у овим производима много већа него у домаћим пољопривредним производима. Ипак, сви узоци гљива су добили атест о исправности, јер је специфична активност  $^{137}\text{Cs}$  у узорцима за извоз била мања од 600 Bq/kg, колико је максимално дозвољена концентрација у храни у земљама Европске заједнице, а на основу наших законских прописа, сви узорци гљива из увоза су добили атест о исправности, јер је активност  $^{137}\text{Cs}$  у овим узорцима била истог реда величине као и активност домаћих гљива.

Пошто уклањање радиоактивности у шумама није могуће, наша обавеза је стална контрола радиоактивности у шумским производима које се користе за исхрану. За процену ефективне дозе зрачења за становништво од  $^{137}\text{Cs}$  унетог ингестијом мора се узети у обзир и количина поједених гљива током године.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] H.Sugiyama, H.Terada, H.Shibata, Y.Morita, F.Kato: Radiocesium Concentrations in wild Mushrooms and Characteristic of Cesium Accumulation by the edible

Mushroom (*Pleurotus ostreatus*), *Journal of Health Science*, 46(5), 2000, 370-375

- [2] I.Linkov, S.Yoshida, M. Steiner, "Fungi contaminated by radionuclides: Critical review of Approaches to Modeling", in *Proceedings of IRPA-10, Hiroshima*, 2000, pp. P-4b-255, 1-10
- [3] Ö.Epik, G.Yaprak: The Mushrooms as bioindicators of radiocesium in forest ecosystem, *BPU-5: Fifth General Conference of the Balkan Physical Union*, Vrnjačka Banja, 2003, SP12-023, 1517-152
- [4] G. K. Pantelić, I. K. Petrović, Lj. R. Javorina: Systematic Examination of Radioactive Contamination in Yugoslavia, *Proceedings of IRPA-10, Hiroshima*, 2000, P-4a-253, 1-4
- [5] Правилник о границама радиоактивне контаминације животне средине и о начину спровођења деконтаминације, *Службени лист СРЈ* бр. 9, 1999

**Abstract** – Fungi from Serbia and fungi imported in Serbia were analysed for radionuclides. The  $^{137}\text{Cs}$  concentrations varied widely from < 0.45 Bq/kg (fresh fungi) to 323 Bq/kg (dried fungi). Radiocesium activity concentrations in fungi are much higher than in agricultural products. Long term dose assessments after accidental releases should therefore consider the contribution by fungi to ingested dose.

#### RADIOACTIVITY IN FUNGI

Gordana Pantelić, Ljiljana Javorina, Irena Tanasković, Vedrana Vuletić